

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-118903

(43)Date of publication of application : 12.05.1998

(51)Int.CI.

B24B 5/12

(21)Application number : 08-294374

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 15.10.1996

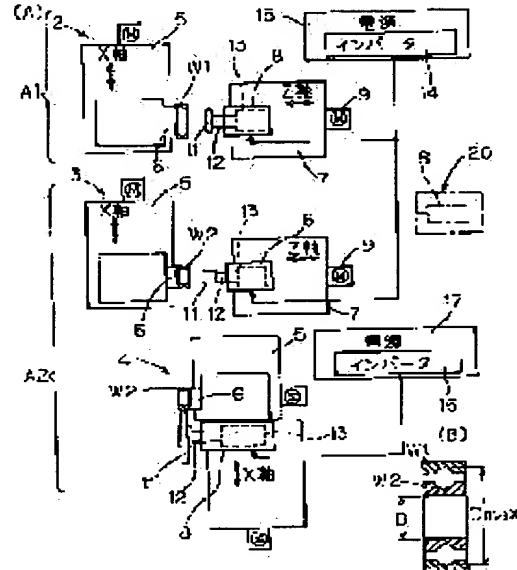
(72)Inventor : ONODA MAKOTO

## (54) FACILITY PROVIDED WITH GRINDER LINE IN PARALLEL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To stabilize the processing accuracy of entire processes and make its production efficient by synchronizing the cycle time of each process when two or more parts are synchronized and produced like the inner/outer races of a rolling bearing.

**SOLUTION:** This is a facility provided with grinders in parallel consisting of plural grinder lines A1, A2 for grinding works W1, W2 with a different processing diameter from one another. Among entire grinders 2-4 for constituting this facility, the peripheral speed of the grinding wheel 11 of a grinder 2 for the inner surface grinding of the maximum processing diameter is made to the maximum peripheral speed. The peripheral speed of the grinding wheel of a remained inner surface grinder 3 is set to the peripheral speed in proportion to the processing diameter by making the maximum peripheral speed to a standard.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



# BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開平10-118903

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに加工径の異なる工作物を各々研削する複数の研削盤ラインからなる研削盤並設設備において、これら研削盤ラインを構成する全研削盤の中で、最大加工径の内面研削加工を行う内面研削盤の砥石周速を最大の周速とし、残りの内面研削盤の砥石周速を、前記最大周速を基準として、加工径に比例した周速に設定し、かつこれら内面研削盤の砥石回転数を互いに同じとした研削盤ライン並設設備。

【請求項2】前記各研削盤における砥石駆動モータを含む砥石スピンドル装置に、性能および仕様が実質的に同じものを用いた請求項1記載の研削盤ライン並設設備。

【請求項3】前記各研削盤ラインが、各々転がり軸受の外輪の内面を加工するラインおよび前記転がり軸受の内輪の内面を加工するラインである請求項1または請求項2記載の研削盤ライン並設設備。

【請求項4】前記最大加工径の内面研削に用いられる砥石を、コアの外周に超砥粒砥石からなる砥石部が形成されたものとし、前記コアを砥石部と線膨張係数が近い材質とした請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の研削盤ライン並設設備。

【請求項5】前記最大加工径の内面研削加工を行う研削盤の砥石周速を、4,800～10,000m/min.とした請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の研削盤ライン並設設備。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、転がり軸受の内外輪等のように、加工径の異なる部品を各々研削する複数の研削盤ラインを同期編成する研削盤ライン並設設備に関し、特に機械設備の性能を合理的に發揮させる各研削盤間の砥石周速の工夫に関する。

### 【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】転がり軸受の内輪と外輪の研削ラインは図6に示すようになる。すなわち、内輪については、幅研削、内輪溝研削、内輪内径研削、および溝超仕上を行い、外輪については、幅研削、外輪外径研削、外輪溝研削、および溝超仕上を行う。これらの研削工程は、鎖線で囲んで示すように、前加工工程と、後加工工程とに分けられる。前加工工程において、幅研削と外輪外径研削は加工能率の高い平面研削盤とセンタレス研削盤を使用しており、連続的に工作物を投入できるために、通常は前加工工程でバッチ処理した工作物（内輪および外輪）を後加工工程に分岐投入している。後加工工程では外輪溝、内輪溝、内輪内径研削と内外輪溝の超仕上を行う。このように加工された内外輪は、この後、後工程の組立工程で転動体（ボール等）とシールやリテナーなどと組み合わされて製品となる。

【0003】このように前加工工程の加工能率が非常に高く、組立などの後工程に生産量を同期化させる場合には、後加工工程の各加工機械の加工効率をどの様に合わせるかが大きな問題である。通常は、加工時間を一定にするために最も加工の困難な外輪溝研削の加工能率を最大化して、内輪溝と内輪内径の加工工程に余裕を見ている。このような場合では、外輪溝研削の精度は内輪に比べて劣る状態であり、後加工工程の外輪超仕上の負荷が大きくなる。また、外輪の加工取代を内輪に比べて小さくして外輪の加工時間を短くすることや、外輪の内径（溝）研削工程を粗加工と仕上加工に分けることも行われる。このような場合には、コストのアップが避けられない。

【0004】図6の内面研削盤2台（内輪内径研削および外輪溝研削）での加工を考えると、内輪内径に比べて、外輪内径の方が大きく、取代寸法がほぼ同じ場合には砥石の単位幅当たりの工作物除去量が大きく違ってくる。同じ加工時間を実現するためには、外輪内径研削の切込速度と内輪内径研削の切込速度を同じにする必要がある。例えば、内輪内径20mm、外輪内径40mm、取代寸法（半径）0.2mm、加工時間10秒とすると、内輪内径研削では砥石の単位幅当たりの加工能率Z<sub>i</sub>は

$$Z_i = \pi \times 20 \times 0.2 / 10 = 1.256 \text{ mm}^3 / \text{mm} \cdot \text{sec}$$

外輪内径研削では砥石の単位幅当たりの加工能率Z<sub>o</sub>は

$$Z_o = \pi \times 40 \times 0.2 / 10 = 2.513 \text{ mm}^3 / \text{mm} \cdot \text{sec}$$

となる。

【0005】このように外輪内径研削の砥石の負荷が内輪内径研削に比較して2倍大きく、したがって砥石の摩耗が激しくなり、加工精度の安定性に欠けるものとなる。研削加工では加工精度が劣化した場合には砥石面のツルーリングとドレッシングを行って修正するが、頻繁にドレッシングを行う必要がある。そのため、ドレッシング時間が余分となり、これを稼ぐために外輪内径研削の加工能率を更に上げなければならないことになっている。現在の高周速内面研削加工では3,600～4,800m/min.仕様の砥石が仕様されており、これは砥石の回転速度の限界である。これ以上の回転速度を実現するためには砥石の破壊強度等を向上させる必要がある。

【0006】一方、外輪内径研削と内輪内径研削では砥石の使用速度を同じにするために、異なった形式のスピンドルが使用されている。すなわち、内輪内径研削のスピンドルは、より高速回転であるが剛性が弱いものが、外輪内径研削のスピンドルは、剛性・馬力の強いものが各々使用されている。このような構成のラインでは、内輪と外輪の加工精度に差がでてしまい、加工効率は悪いものとなっている。外輪内径の加工能率は内輪の2倍であり、加工粗さ、真円度、寸法などの加工精度は内輪の内面研削に比較して悪いものとなる。外輪内面研削で

# BEST AVAILABLE COPY

(3)

3

はドレッシングを頻繁に行わなければならず、コストアップの要因となっている。また、内輪と外輪でスピンドルが異なり、加工条件が異なるので、ラインの管理にも余分な工数を必要とする。さらに、多種類のスピンドルを使用するため、保守のためのスピンドルの予備部品も多く必要になる。また、各スピンドルを各々異なる速度で運転するため、インバータ制御する場合に、各スピンドル毎にインバータが必要となり、電源設備が複雑となっている。

【0007】この発明は、上記の課題を解消するものであり、加工条件の設定が容易で、各工程のサイクルタイムの同期化と共に、加工精度および加工能率の向上が図れ、設備の簡易化も図れる研削盤並設設備を提供することを目的とする。この発明の他の目的は、スピンドルの予備部品が少なくて済むようにすることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の研削盤並設設備は、互いに加工径の異なる工作物を各々研削する複数の研削盤ラインからなる設備であって、これら研削盤ラインを構成する全研削盤の中で、最大加工径の内面研削加工を行う内面研削盤の砥石周速を最大の周速とし、残りの内面研削盤の砥石周速を、前記最大周速を基準として、加工径に比例した周速に設定し、かつこれら内面研削盤の砥石の回転数を互いに同じとしたものである。前記各研削盤ラインは、同じ工作物の加工径の異なる部分を研削する複数の研削盤を備えるものであっても良い。研削加工では、砥石周速を高速にすれば加工抵抗が減少し、加工径が大きくなると、工作物回転数が同じであれば、加工抵抗が大きくなる。したがって、最も加工能率が必要な最大加工径の内面研削加工の砥石周速を各研削盤の中で最大としておき、それよりも小さな加工径の内面研削加工について、砥石周速を加工径に比例して低下させることで、研削幅当たりの加工抵抗を同じにして加工精度を安定化することができる。また、各研削盤における加工のサイクルタイムが同期化される。各内面研削盤の回転数が同じであるため、各研削盤に同じ回転数、性能、仕様の砥石スピンドル装置を用いることもできる。このようにすることによって、機械コストを最小に抑えて、高効率の研削盤並設設備を構築することが可能となる。回転数を同じとすると、インバータ制御の砥石駆動モータである場合、1台のインバータで複数台の砥石駆動モータを駆動することもでき、一層設備コストが低減される。なお、砥石回転数を同じとするにつき、砥石周速の前記の関係を得るために、砥石径は加工径に比例した径とする。

【0009】上記構成において、前記各内面研削盤における砥石駆動モータを含む砥石スピンドル装置に、性能および仕様が実質的に同じものを用いても良い。その場合、各研削盤間で加工精度が一層安定し、また保守のための砥石スピンドル装置の予備部品も少なくて済む。

特開平10-118903

4

【0010】前記各研削盤ラインは、各々転がり軸受の外輪の内面を加工するラインおよび前記転がり軸受の内輪の内面を加工するラインであっても良い。このように、工作物が転がり軸受の内輪および外輪である場合、この発明の前記の砥石周速の設定による各作用が効果的に発揮される。

【0011】また、前記最大加工径の内面研削に用いられる前記砥石を、コアの外周に超砥粒砥石からなる砥石部が形成されたものとし、前記コアを砥石部と線膨張係数が近い材質とすることが好ましい。超砥粒砥石によると、高速加工でも工作物の表面品質は優れたものとなる。この場合に、砥石部を保持するコアの熱膨張が問題となるが、砥石部に線膨張係数が近い材質のコアを使用することで、熱膨張差による砥石部の破損の問題が解消される。

【0012】また、前記各構成において、前記最大加工径の内面研削加工を行う研削盤の砥石周速を、4800～12000m/min.としても良い。砥石周速を前記範囲よりも低下させると、加工精度および加工能率が低下する。砥石周速を前記範囲よりも増大させると、砥石強度やスピンドルの焼き付きなどの支障が生じる。そのため、上記の砥石周速の範囲が、砥石の強度上等の支障が生じることなく加工でき、加工精度の安定と高速加工が得られる範囲となる。

【0013】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態を図1ないし図5と共に説明する。図5は、この研削盤ライン並設設備を応用した軸受製作設備の工程説明図である。この設備は、外輪加工ラインR1と、内輪加工ラインR2と、ボール加工ラインR3とを並設し、これらのラインR1～R3で得られた外輪、内輪、およびボールを、後工程の組立ラインR4で保持器やシールと共に軸受に組み立てるものである。外輪加工ラインR1は、外輪素材の鍛造工程R1a、旋削工程R1b、熱処理工程R1c、幅研削工程R1d、溝研削工程R1e、および溝超仕上工程R1gが順に並ぶラインである。内輪加工ラインR2は、内輪素材の鍛造工程R2a、旋削工程R2b、熱処理工程R2c、幅研削工程R2d、溝研削工程R2e、および溝超仕上工程R2gが順に並ぶラインである。外輪および内輪の幅研削R1d、R2dは平面研削盤で行われ、外輪の外径研削R1eはセンタレス研削盤が使用される。これら幅研削R1d、R2dおよび外径研削R1eは、バッチ処理とされる。前記外輪加工ラインR1および内輪加工ラインR2のうち、外輪の溝研削工程R1fからなるライン部分と、内輪の溝研削工程R2eおよび内径研削工程R2fを行なうライン部分が、この実施形態における研削盤ライン並設設備1を構成する研削盤ラインA1、A2となる。

【0014】図1に示すように、研削盤ラインA1は、外輪溝研削を行う内面研削盤2で構成され、研削盤ライ

# BEST AVAILABLE COPY

(4)

特開平10-118903

6

5

ンA 2は、内輪内径研削を行う内面研削盤3および内輪溝研削を行う内面研削盤4で構成される。各内面研削盤2、3は、X軸方向に進退する主軸台5に、外輪および内輪となる工作物W1、W2を回転させる主軸6を設け、主軸6の軸方向（Z軸方向）に進退可能に砥石台7を設けたものである。砥石台7は、砥石スピンドル装置8を搭載したものであり、モータ9により送りねじ10（図2）を介して進退駆動される。砥石スピンドル装置8は、砥石11の設けられた砥石軸12を支持する軸受および砥石駆動モータ13等をハウジング内に組み込んだものである。内輪溝研削用の研削盤4は、主軸6と砥石軸12を平行としてあり、砥石台7は砥石軸12と直行する方向（X軸方向）に各々進退駆動される。砥石台7には砥石スピンドル装置8が設置されている。

【0015】各内面研削盤2、3における砥石スピンドル装置8は、いずれも性能および仕様が実質的に同じものであり、その砥石駆動モータ13には誘導電動機が用いられている。これら内面研削盤2、3における砥石駆動モータ13は、インバータ14を備えた同じ電源15から電力供給され、同じ回転数で駆動される。内輪溝研削用の研削盤4は、インバータ16を備えた別の電源17から電力供給される。

【0016】図3は、図1の外輪溝研削用の内面研削盤2における砥石11を示す破断斜視図である。この砥石11は、砥石軸12に設けられた円盤状のコア11bと、その外周に設けられた超砥粒砥石からなる砥石部11aとで構成される。砥石部11aの超砥粒砥石として\*

$$F_t = k_s \cdot B \cdot t \cdot (v_w / V_c) \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

ここで、 $k_s$ ： 比研削抵抗（単位切削面積当たりの研削抵抗）

$B$ ： 研削幅

$t$ ： 切り込み深さ（工作物1回転当たり）

$$\begin{aligned} t \cdot v_w &= t \times \pi \times D \times n \\ t &= x / n \end{aligned}$$

$$\text{したがって, } F_t = k_s \cdot B \cdot \pi \cdot D \cdot x / V_c \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

となる。この式のより、同じ切り込み速度 $x$ であっても、砥石速度 $V_c$ を大きくすることによって、加工抵抗 $F_t$ が減少することがわかる。なお、このことは、砥石速度 $V_c$ が大きくなると、切削粉が小さくなるためと考えられる。このため、転がり軸受の場合には、一般的な軸受の加工径の比で考えると、内輪内径の研削に比較して外輪内径の砥石周速を2倍程度に上げれば、加工能率を2倍にしても加工幅当たりの加工抵抗は同じになる。即ち、加工精度を得るために加工条件は、外輪は内輪の2倍の加工能率まで許容される。

【0019】高効率ラインを考える。従来の一般的な軸受内外輪の研削ラインの生産性を維持するためには、現状の高速加工である3,000m/minの砥石周速での研削が、現在の加工能率の基本となる。転がり軸受の外輪では加工径は内輪内径の2倍程度であるので、外輪内面研削の

\*は、CBN砥石が用いられる。コア11bは、砥石部11aと線膨張係数が近い材質であって、軽量で剛性等の強度に優れた材質であることが好ましく、C-FRP（炭素繊維強化プラスチック）や、セラミックス、アルミニウム、ベリリウム等の材料が使用される。

【0017】各研削盤2～4の砥石周速につき説明する。外輪溝の研削用の内面研削盤2は、最大加工径 $D_{max}$ （図1（B））の内面研削加工を行うものであり、各研削盤2～4の中で砥石周速を最大の周速 $U_{max}$ （ここ

10 では、6000m/min.）としてある。この最大周速 $U_{max}$ を基準として、残りの内面研削盤3の砥石周速を、加工径に比例した周速、すなわち $(D / D_{max}) \times U_{max}$ の周速としてある。これら両内面研削盤2、3に同じ回転数の砥石スピンドル装置8を用いて前記の砥石周速とするため、これら内面研削盤2、3の砥石11の外径は、加工径に比例した径としてある。外面研削となる内輪溝研削用の研削盤4については、内面研削に比べて十分に大径の砥石が用いられ、また加工径も小さいことから、砥石周速を従来の最大周速である3,600m/min.以上にしてある。好ましくは4,800m/min.以上にする。

【0018】上記の砥石周速および砥石構成とした作用につき説明する。まず、高速加工の根拠を説明する。研削加工では、砥石周速を高速にすれば、次式①のように加工抵抗（すなわち切削力） $F_t$ が減少することが知られている。

$$F_t = k_s \cdot B \cdot t \cdot (v_w / V_c) \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

※  $v_w$ ： 工作物速度（周速）

30  $V_c$ ： 砥石速度（周速）

上式をリングの加工における切り込み速度 $x$ で表すと、

※  $n$ は工作物回転数、 $D$ は加工径（図4参照）として

砥石周速は6,000m/min以上にすれば、加工精度の安定した効率的な生産が可能になる。このような高速の砥石周速6,000m/minは、今までのアルミナ砥石では工作物に対する熱的影響が大きく、研削焼け等の支障があって実現できなかったが、近年、高速加工が注目されているCBN砥石等の超砥粒砥石を用いることで、前記の高速の砥石周速4,800m/min以上での加工が可能となった。図3と共に前述した砥石11は、このような高速加工を実現可能としたものである。同図の砥石11は、砥石部11aが超砥粒砥石からなるため、高速加工でも工作物の表面品位は優れたものになる。また、コア11bとして、前述のような線膨張係数および強度の材質としたため、高速回転強度を確保すると共に、熱膨張による砥石11の損傷の問題が解消される。

50 【0020】高効率ラインの加工条件を考える。この研

# BEST AVAILABLE COPY

(5)

7

削盤ライン並設設備では、前述のように、最大径内面研削の研削盤2の砥石周速を6,000m/minとして、それより小さな加工径の内面研削を行う内面研削盤3の砥石周速を、加工径に比例して低下させた。すなわち、各研削盤2, 3に、同じ性能、仕様で、回転数も等しい砥石スピンドル装置8を用い、砥石11の外径を加工径に比例した外径とした。これにより、前記の式②等から分かるように、研削幅当たりの加工抵抗と同じにして、加工精度を安定化することができる。また、このようにする事によって、機械コストを最小に押さえて高効率なラインを構築する事が可能となる。例えば、内面研削加工最大径をD<sub>max</sub>、小さな内面研削加工径をDとすると、

加工径 砥石周速

D<sub>max</sub> U<sub>max</sub> ≥ 6,000(m/min)

D U ≥ 6,000 × D / D<sub>max</sub> (m/min)

となる。転がり軸受の場合には、外輪内径の加工径の約1/2が内輪内径の加工径になるので、U = (1/2) × U<sub>max</sub>となる。

【0021】このように砥石周速を決めると、外輪の加工能率と加工精度は今まで以上のものが得られることになり、内輪と同じ加工抵抗で今までより遙かに安定した加工精度が得られる。また、加工径に比例して砥石周速を決めることにより、外輪溝用と内輪内径用の砥石スピンドル装置8に同じものが使用でき、これにより内輪内径研削の剛性が向上し、スピンドルの予備部品も少なくて済むことになる。

【0022】なお、内面研削部所が同じ工作物に2つ以上有る場合にも、前記と同じように加工径に比例して砥石周速を決めればよい。すなわち、図1に2点鎖線で示すように、内面研削盤20をいずれかのラインA1, A2に追加して、内輪または外輪における2か所以上とされる研削箇所のうちの追加の1か所を加工するようにした場合は、この内面研削盤20における砥石周速を前記のように加工径に比例した周速とし、かつ砥石スピンドル装置8には前記各内面研削盤2, 3と同じ性能、仕様のものを用いて同じ砥石回転数とする。

【0023】また、前記実施形態は、工作物Wが転がり軸受の内外輪である場合につき説明したが、この発明は、軸受の他に、例えば自在軸総手等、2種以上の工作物を内外に組み合わせて構成される機械部品であって、加工径の異なる研削加工を同期化して行う部品のライン一般に適用できる。

特開平10-118903

8

## \* 【0024】

【発明の効果】この発明の研削盤ライン並設設備は、互いに加工径の異なる工作物を各々研削する複数の研削盤ラインからなる設備において、これら研削盤ラインを構成する全研削盤の中で、最大加工径の内面研削加工を行う内面研削盤の砥石周速を最大の周速とし、残りの内面研削盤の周速を、前記最大周速を基準として、加工径に比例した周速に設定し、かつこれら内面研削盤の砥石回転数を互いに同じとしたため、各工程の加工サイクルタイムを同期化させ、全ての工程の加工精度の安定化を図り、加工の効率化も図ることができる。また、各内面研削盤に同一性能、仕様の砥石スピンドル装置を用いることができ、電源系の簡易化も図ることができ、設備コストを低減できる。各内面研削盤における砥石スピンドル装置に、性能および仕様が実質的に同じものを用いた場合は、各研削盤間で加工精度が一層安定し、また保守のためのと砥石スピンドル装置の予備部品も少なくて済む。各研削盤ラインは、各々転がり軸受の内外輪を加工するラインであっても良く、この場合に前記各効果が効果的に発揮される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる研削盤ライン並設設備を各研削盤の平面図と電源系のブロック図とで示す説明図である。

30 【図2】内面研削盤における砥石台の側面図である。

【図3】砥石の切欠斜視図である。

【図4】作用説明図である。

【図5】この研削盤ライン並設設備を含む軸受製造設備の工程説明図である。

【図6】従来の軸受研削ラインの説明図である。

## 【符号の説明】

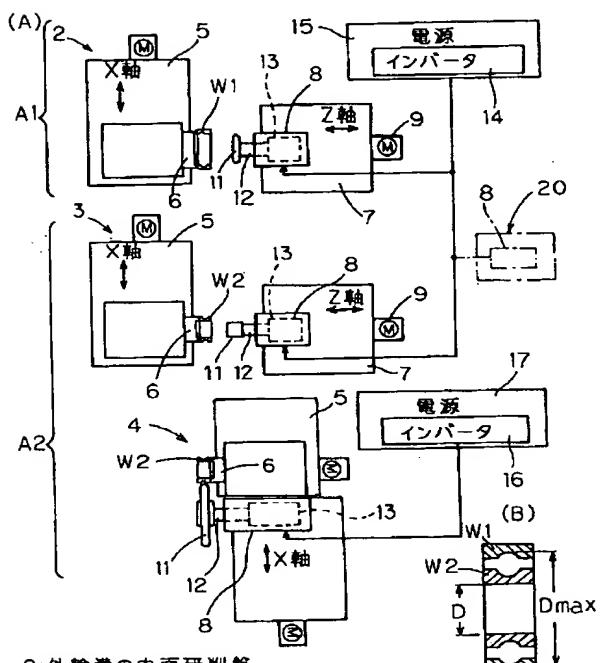
1…研削盤ライン並設設備	7…砥石台
2…外輪溝の内面研削盤	8…砥石スピンドル装置
3…内輪内径用の内面研削盤	11…砥石
4…内輪溝用の円筒研削盤	13…砥石駆動モータ
*	シール

\*

## 【図6】

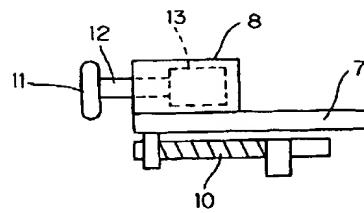


【図1】

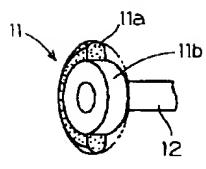


2:外輪溝の内面研削盤  
 3:内輪内径用の内面研削盤  
 4:内輪溝用の研削盤  
 7:砥石台  
 8:砥石スピンドル装置  
 11:砥石  
 13:砥石駆動モータ

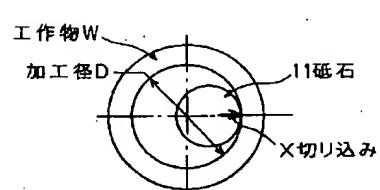
【図2】



【図3】



【図4】



BEST AVAILABLE COPY

(7)

特開平10-118903

【図5】

